

Sampo Rask

# Digitaalinen kuvanveisto pelihahmon luonnissa

Case: Hardland

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Medianomi (AMK)

Viestintä

Opinnäytetyö

13.9.2015

Tekijä(t) Otsikko	Sampo Rask Digitaalinen kuvanveisto pelihahmon luonnissa
Sivumäärä Aika	39 sivua 11.10.2015
Tutkinto	Medianomi AMK
Koulutusohjelma	Viestintä
Suuntautumisvaihtoehto	3D-animointi ja -visualisointi
Ohjaaja(t)	Lehtori Jaro Lehtonen
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena on esitellä digitaalisen kuvanveiston käyttöä oleellisena osana pelihahmon luontiprosessia. Useat käyttämäni esimerkit liittyvät Hardland-peliin, joka on kirjoitushetkellä kehitteillä Mountain Sheep-peliyhtiössä. Toimin tuotannossa 3D-artistina ja olen tehnyt valtaosan pelin tähänastisista 3D-malleista, rigeistä, animaatioista ja tekstuu-reista, pieniä osia kenttäsuunnittelusta sekä useita kenttäsuunnittelutyökaluja.</p> <p>Opinnäytetyön esittelemä työnkulku on veistokeskeinen ja pyrkii esittelemään oleelliset seikat onnistuneen pelihahmon luonnissa. Käytän esimerkeissani kuvia tähän mennessä valmistamistani tyylitellyistä Hardland-hahmoista, realistisemmista vapaa-ajalla luomistani hahmoista sekä joistain ulkopuolisten pelituotantojen hahmoista. Työ keskittyy rajaukseltaan tyyleihin, jotka noudattavat jossain määrin reaali maailman sääntöjä ja käyttävät pelimootto-rissa valaistukseen normal mappeja, joskin valtaosa työtavoista on sovellettavissa myös muunlaisiin tyyleihin. Esitelty ajattelu- ja veistotavat ovat tietyiltä osin sovellettavissa myös ei-reaaliaikaisten hahmomallien luontiin sekä perinteiseen kuvanveistoon.</p>	
Avainsanat	digitaalinen kuvanveisto, pelitaide, hahmotaide, 3D

Author(s) Title	Sampo Rask Digital Sculpting in Game Character Creation
Number of Pages Date	39 pages 11 October 2015
Degree	Bachelor of Culture and Arts
Degree Programme	Media
Specialisation option	3D Animation and Visualization
Instructor(s)	Jaro Lehtonen, Senior Lecturer
<p>The aim of this thesis is to propose the use of digital sculpting as a major part of the creation of game characters. Many of the examples used are from Hardland – a game currently in development at Mountain Sheep. I work at Mountain Sheep as a 3D artist and the vast majority of Hardland's current 3D models, rigs, animations and textures, parts of level design and multiple level design tools are made by me.</p> <p>The workflow this thesis proposes is sculpting-centric and aims to introduce the most relevant points in the creation of a successful game character. The examples use pictures of stylized characters I've produced for Hardland, pictures of more realistic personal characters and some characters from external game productions. This thesis focuses on styles that, at least partly, follow the rules of the realistic world and use normal maps with their lighting, even though most of the proposed methods are also applicable to various other styles. Proposed methods of thinking and sculpting are also to some extent applicable to the creation of non-real-time characters and traditional sculpting.</p>	
Keywords	digital sculpting, game art, character art, 3D

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Termistö	2
3	Pelihahmon työkulku	3
3.1	Ideointi ja suunnittelu	4
3.2	Highpoly-mallinnus	4
3.3	Lowpoly-mallinnus	5
3.4	Beikkaus	6
3.5	Teksturointi	7
3.6	Riggaus	7
3.7	Animointi	8
3.8	Export	9
3.9	Vaihtelut	9
4	Digitaalinen kuvanveisto	9
4.1	Yleistä	9
4.2	Polygonipohjainen veisto	10
4.3	Vokselipohjainen veisto	10
4.4	Zbrush	11
4.5	Veistämisen edut	11
5	Kuvanveistoprosessi ja esimerkit	12
5.1	Blokkaus	12
5.2	Pohjameshit	14
5.3	Orgaaninen veistäminen	15
5.3.1	Gesture	15
5.3.2	Muoto	17
5.3.3	Mittasuhteet	21
5.4	Vaatteiden veistäminen	23
5.4.1	Volyymi ja mittasuhteet	23
5.4.2	Suuret laskokset	23
5.4.3	Pienet laskokset	25
5.4.4	Muistilaskokset	26
5.4.5	Tikkaukset ja kulumat	27

5.4.6	Toimivuus, realismi ja simulaatio	27
5.5	Kovien pintojen veistäminen	29
5.6	Symmetria	30
5.7	Realismi ja tyyllittely	32
6	Yhteenveto ja arviointi	34
	Lähteet	38

## 1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö esittelee digitaalisen kuvanveiston käyttöä osana pelihahmon luontiprosessia. Johtavana esimerkkinä käytän Mountain Sheepin Hardland- peliin valmistamaani Mathilda-noitahahmoa. Hardland on kirjoitushetkellä kehitteillä oleva avoimeen fantasiakeskiaikamaailmaan sijoittuva 3D-toimintarooliseikkailupeli PC-alustalle (kuvio 1). Pelaajalla on tutkittavanaan maa, jonka vakautta uhkaa valtataistelu vanhan kuolevan kuninkaan ympärillä. Peli ei sanele, mitä valintoja pelaajan tulisi tehdä tai kenen puoleen kääntyä, vaan Hardlandissa pelaaja kertoo itse oman tarinansa. Hardlandistä julkaistiin Pre-Alpha versio Steamin Early Accessiin 23. lokakuuta 2014.

Käytän opinnäytetyössäni esimerkkejä myös muista Hardland- peliin tekemistäni hahmoista sekä henkilökohtaisista vapaa-ajan projekteistani. Esimerkeissä olen käyttänyt mallinnus- ja veisto-ohjelmistoina Zbrushia ja Blenderiä, mutta pyrin yksittäisten työkalujen sijaan esittelemään sovellettavissa olevia yleisluontoisia tekniikoita ja työtapoja. Työni ei käsittele ohjelmistojen käyttöä eikä veistosten yksityiskohtaista teknistä toteutusta.

Työni perustuu ulkoisen lähdemateriaalin lisäksi Mountain Sheepillä yli kahden vuoden aikana keräämääni työkokemukseen sekä sitä täydentäviin vapaa-ajan harrasteprojekteihin, joiden avulla olen pyrkinyt kehittämään saman alueen osaamista ilman tuotannollisia rajoitteita ja painotuksia.

Hardlandin tyyli lainaa stop motion- ja 3D-animaatioelokuvista yhdistäen lelumaista ulkoasua realistiseen valaistukseen ja varjostukseen. Pelin kamera kuvaa hahmoa selän takaa ns. kolmannen persoonan kuvakulmasta, ja kamera on vapaasti pyöritettävissä pelaajan hahmon ympäri. Normaalissa pelitilanteessa hahmot ovat suurimmillaan kokokuvassa, mutta kamera on mahdollista viedä myös lähemmäksi hahmoja. Enimmillään hahmoja on ruudulla samanaikaisesti useita kymmeniä.



Kuvio 1. Kuvankaappaus keskeneräisestä Hardland-pelistä.

Työni olettaa lukijan omaavan perustason tiedot 3D-mallinnuksesta. Luku 2 esittelee käytetyn termistön. Luvussa 3 käyn läpi pelihahmon luontiprosessin työnkulun antaen korkean tason kuvauksen työvaiheista. Luku 4 esittelee digitaalista kuvanveistoa yleisellä tasolla ja luku 5 keskittyy yksityiskohtaisesti digitaaliseen veistämiseen. Lopussa esittelen viimeistellyn pelihahmon ja mallin eri vaiheet.

## 2 Termistö

**Beikkaus** – Prosessi, jossa informaatiota lasketaan ja siirretään muodosta toiseen, usein dynaamisemmasta kohti staattisempaa muotoa. Tässä opinnäytetyössä beikkauksesta puhuttaessa tarkoitetaan informaation siirtämistä, projisointia käyttäen, highpoly-mallista lowpoly-mallin **UV**-tilaan kuvatekstuurimuodossa. Termi beikkaus tulee englannin sanasta *baking*.

**Brush** – Tämän opinnäytetyön kontekstissa digitaalisen kuvanveisto-ohjelman geometrianmanipulointityökalu.

**Polygoni** – 3D-mallin perusosa. Monikulmio 3D-avaruudessa, joka koostuu kolmesta, neljästä tai useammasta kulmapisteestä eli **verteksistä** (Wikipedia 2015c). Yli neljän

kulmapisteen polygonia kutsutaan **N-goniksi**. Pelimoottorit käsittelevät kaikkia polygoneja kolmioina. Mikäli malleja ei toimiteta peliin kolmioituna, tapahtuu kolmiointi automaattisesti.

**Edge loop** – Polygonin reunoista eli **edgeistä** muodostuva silmukka.

**UV unwrap** – Prosessi, jossa 3D-mallin pinnasta muodostetaan kaksiulotteinen representaatio (Wikipedia 2015e).

**Tekstuuri** – Kaksiulotteinen kuvatiedosto, jota käytetään 3D-mallin pinnalla (TechTarget 2015).

**Texel** – Tekstuurin pikseli, tekstuuritilan perusyksikkö (Wikipedia 2015d).

**Voxel** – Tasaisen kolmiulotteisen ruudukon piste (Wikipedia 2015f).

**Highpoly** – Malli, jossa on suuri määrä polygoneja. Termiä käytetään yleensä samassa yhteydessä termin **lowpoly** kanssa kuvaamaan vastaavaa korkeampitarkkuuksista malleja.

**Lowpoly** – Malli, jossa on vähäinen tai vastaavaa **highpoly**-mallia pienempi määrä polygoneja. Reaaliaikaisissa sovelluksissa käytettäviä malleja kutsutaan usein lowpoly- tai peliresoluutiomalleiksi.

### 3 Pelihahmon työkulku

Pelihahmon luomisprosessi voidaan jakaa useisiin valtaosin kronologisiin työvaiheisiin. Tiimin rakenteesta riippuen, nämä työvaiheet ovat joko jaettu useammille tiettyyn työvaiheeseen erikoistuneille spesialisteille tai pienemmälle määrälle generalisteja. Seuraava työvaiheiden yleiskuvaus pätee valtaosin kaikkien nykyaikaisten 3D-pelien hahmotaiteen työnkulkuun, joskin vaihteluita esiintyy.



### 3.1 Ideointi ja suunnittelu

Luontiprosessi alkaa, kun pelin mekaniikka tai tarina luo tarpeen uudelle hahmolle. Ensimmäinen vaihe sisältää hahmon yleisluontoisen suunnittelun, johon voi olla lukuisia eri lähestymistapoja. Useimmiten suunnitteluvaihe pitää sisällään hahmon visuaalisen, mentaalisen ja mekaanisen suunnittelun: Miltä hahmo näyttää? Mikä on hahmon suhde pelaajaan sekä maailmaan? Mitä toimintoja hahmo suorittaa pelimaailmassa? Tämä työvaihe tuottaa useimmiten nopeita piirroksia tai maalauksia hahmon ulkomuodosta (kuvio 2) ja suullisen tai kirjallisen kuvauksen hahmon luonteesta, käyttäytymisestä, taustasta ja tehtävistä. Mikäli pelin visuaalinen tyyli ja mekaniikat ovat jo valmiita, tehdään hahmosuunnittelu niiden määäämissä rajoissa. Huomionarvoista on jo tässä vaiheessa pitää mielessä pelin tekniset rajoitukset.



Kuvio 2. Hardlandin noidan konseptikuvia

### 3.2 Highpoly-mallinnus

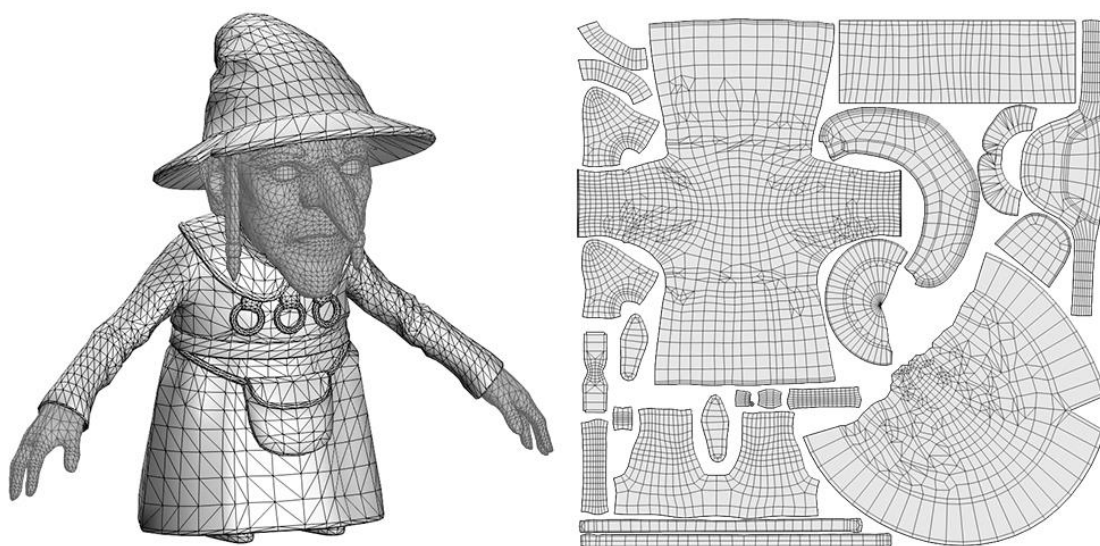
Highpoly-mallinnusvaiheessa hahmosta rakennetaan edellisessä vaiheessa syntyneiden ohjeiden ja kuvien mukainen 3D-malli, 3D-mallinnus ja -veistotyökaluja apuna käyttäen. Highpoly-mallinnus ja -veistäminen sallii artistin vapaan työskentelyn ilman pelin suorituskvyn ja tekniikan aiheuttamien rajoitusten liiallista miettimistä. Käytössä on rajoittamaton määrä meshejä ja polygoneja. Tämän vaiheen lopputuloksena on geometrisesti täydellisin mahdollinen 3D-hahmomalli. Syntyvän mallin pintainformaatiota käytetään oleellisena osana lopullista hahmoa, vaikkei itse 3D-malli peliin asti päädykään.

Pelin visuaalisen tyylin vaatiessa tai salliessa tämä vaihe voidaan ohittaa ja siirtyä suoraan lowpoly-mallintamiseen.

Highpoly-mallinnusta voi tehdä kaikilla 3D-mallinnusohjelmilla. Veistoa on mahdollista tehdä useimpien 3D-ohjelmien sisältämällä yksinkertaisilla veistotyökaluilla tai veistoon erikoistuneilla ohjelmilla, kuten Zbrushilla ja Mudboxilla.

### 3.3 Lowpoly-mallinnus

Lowpoly-mallinnusvaiheessa hahmosta rakennetaan reaaliaikaista peliä varten optimoitu 3D-malli. Tavoitteena on luoda malli, joka vastaa mahdollisimman tarkasti highpoly-mallia, kuitenkin sellaisella polygonimäärällä, joka ei aiheuta vahinkoa pelin suorituskyvylle tai työnkulun sujuvuudelle. Optimointi keskitetään yleensä paikkoihin, jotka eivät aiheuta haittaa hahmon siluetille tai muodonmuutoksille. Sallittu polygonimäärä vaihtelee suuresti pelimoottorin ja julkaisualustan mukaan. Mallista voidaan myös rakentaa tai generoida useita eri polygonimäärän malleja, joita käytetään pelin eri tilanteissa tai eri etäisyyksillä kamerasta. Vaiheen tuloksena on 3D-malli, joka on tarpeeksi kevyt pyöriäkseen reaaliaikaisesti mutta tarpeeksi tarkka näyttääkseen muodoiltaan mahdollisimman paljon suunnitellulta hahmolta. Malli tulee olla myös UV-unwrapattu (kuvio 3). Lowpoly-mallinnusta voi tehdä kaikilla 3D-mallinnusohjelmilla.



Kuvio 3. Mathildan lowpoly-malli ja vaatteiden UV-layout.

### 3.4 Beikkaus

Beikkaus on työvaihe, jossa ohjelmallisesti siirretään tietoa highpoly-mallin geometriasta lowpoly-mallin UV tilaan, kuvatekstuurimuotoon. Seuraavassa useimmiten laskettavia tekstuureja:

- Tangent space normal map, joka sisältää tiedon highpoly-mallin pinnan muodosta suhteessa lowpoly-mallin vastaavaan pintaan. Tekstuuri on matemaattista informaatiota kuvamuodossa, jota pelimoottori käyttää apunaan laskiessaan valaistusta. (Crytek 2013.) Kuvio 4 esittää normal mapin vaikutuksen mallin varjostukseen.
- Ambient occlusion map, joka sisältää pehmeän ympäröivän valon aiheuttaman varjostuksen highpoly-mallin pinnalla (Polycount 2015a). Voidaan käyttää niin teksturoinnin apuna kuin pelimoottorin valaistuksen apuna.
- Curvature tai cavity map, joka sisältää tietoa highpoly-mallin pinnan kuperista ja koverista kohdista normal mappia helpommin käytettävässä muodossa. Käytetään apuna teksturoinnissa.



Kuvio 4. Lowpoly-malli ilman normal mappia sekä normal mapin kera.

Beikkaukseen voidaan käyttää useimpien 3D-mallinnusohjelmien sisäänrakennettuja beikkaajia tai ulkoisia erikoistuneita ohjelmia (esim. xNormal, Knald)

### 3.5 Teksturointi

Teksturointivaiheessa malli päällystetään väreillä ja materiaaleilla, joiden informaatio varastoidaan lowpoly-mallin UV-tilaan tekstuureiksi. Pelimoottori käyttää näitä tekstuureita laskiessaan hahmon valaistusta. Esimerkkejä useimmiten luotavista tekstuureista:

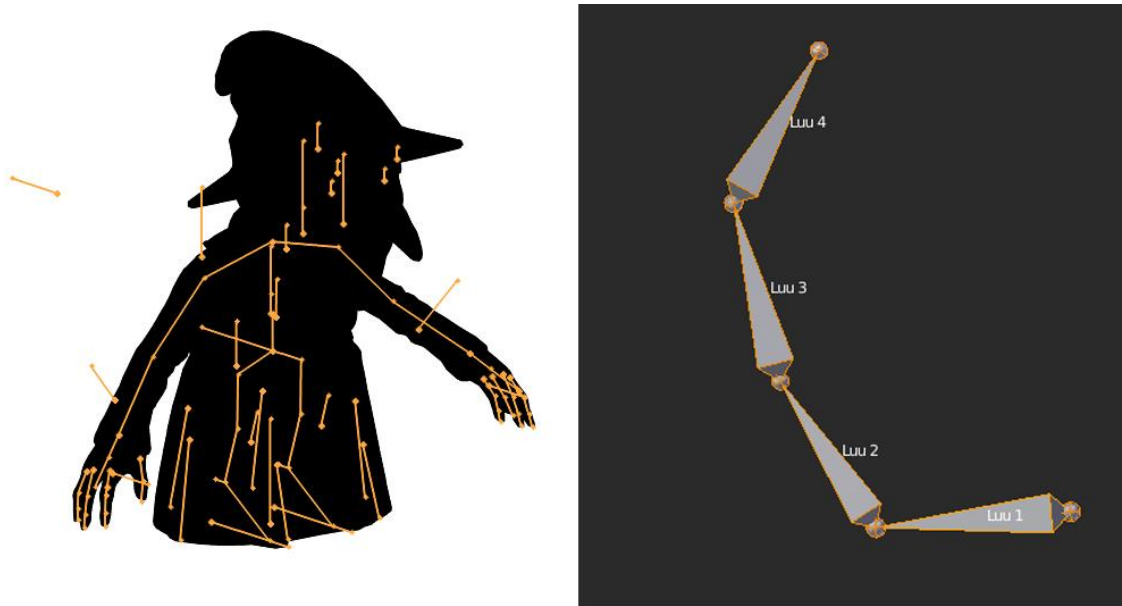
- Diffuse/albedo/base color: Pinnan väriarvo tai pinnan staattinen visuaalinen pohja.
- Specular/metalness: Pinnan heijastuksen vahvuus ja/tai väri.
- Roughness/glossiness: Pinnan mikrotason epätasaisuus. Vaikuttaa mm. heijastusten terävyyteen.

Aiemmin beikattuja mappeja voi käyttää apuna helpottamaan teksturointia. Esimerkiksi koverille alueille kertyvän lian voi sijoittaa puoliautomaattisesti käyttämällä curvature mapin kuperia alueita vastaavaa väriarvoa maskina.

Tekstuureja voi luoda perinteisillä 2D-maalausohjelmilla (Photoshop, GIMP) tai ohjelmilla, joilla maalaus tapahtuu suoraan 3D-mallin pintaan (Substance Painter, 3D Coat).

### 3.6 Riggaus

Riggaus on työvaihe, jossa tähän asti staattiselle lowpoly-mallille rakennetaan ns. luuranko eli rigi (eng. rig). Rigit koostuvat tyhjästä pisteistä, joilla on paikka, orientaatio, skaala sekä asema pisteiden keskinäisessä hierarkiassa. Näitä pisteitä kutsutaan luiksi (eng. bone) ja niitä visualisoidaan 3D-ohjelmissa usein hierarkiassa peräkkäin olevien pisteiden välisinä yksinkertaisina 3D-muotoina (kuvio 5). Lowpoly-mallin verteksit kiinnitetään yhteen tai useampaan luuhun, joka mahdollistaa hahmon osittaisen liikuttamisen.



Kuvio 5. Vasemmalla kuvassa Mathildan rigi, jossa luut visualisoituna oransseilla pisteiden välillä viivoilla. Oikealla esimerkki yksinkertaisesta luuketjusta, jossa luut visualisoituna venytettyinä oktaedreinä.

### 3.7 Animointi

Animointivaiheessa hahmolle luodaan lukuisia liikkeitä, joita hahmo tarvitsee visualisoidakseen toimintaansa pelimaailmassa. Liikkeet luodaan malliin kiinnitetyn rigin luita liikuttamalla eri asentoihin aikajanalla. Hahmon liikkeet voivat olla looppaavia eli saumattomasti toistuvia (juoksu, kävely, paikallaan seisoskelu), yksittäisiä toimintoja (lyönti, hyppy, esineen poimiminen) tai pidempiä epäinteraktiivisia jaksoja (välanimaatiot). Peli-hahmon toiminta ja liikkuminen pelimaailmassa koostuu pelikoodin ja animaatioiden yhteistoiminnasta.

Animaatioita voidaan tehdä joko 3D-ohjelmassa käsintyönä animoimalla tai kaappamalla oikean ihmisen liikettä ja ohjaamalla se hahmon rigiin. Vaiheen tuloksena on lukuisia irrallisia animaatioita, joita pelimoottorin järjestelmät yhdistelevät, toistavat ja ohjaavat.

### 3.8 Export

Pelihahmon siirtäminen 3D-ohjelmasta peliin tapahtuu käyttäen tarkoitusta varten suunniteltuja tiedostomuotoja, jotka sisältävät tarvittavat tiedot hahmon näyttämiseksi pelimaailmassa. Useimmiten toimivan hahmon siirtäminen peliin vaatii seuraavaa:

- Lowpoly-malli, jossa kiinnitetty rigi ja viittaukset tekstuureihin
- Tekstuurit
- Animaatietiedostot, joissa animoitu rigi

### 3.9 Vaihtelut

Työnkulussa voi esiintyä vaihteluita riippuen hahmomalleille ja tyyllille asetetuista vaatimuksista. Käsimaalatun tyylin malleissa highpoly- ja beikkausvaiheet voidaan jättää täysin tekemättä ja luoda tarvittavat tekstuurit käsin maalamalla. Tai mikäli pelimoottori ei käytä normal mappeja valaistukseen, voi highpoly-mallista beikata ainoastaan valaistusta ja varjostusta tekstuurimaalauksen pohjaksi. Realismiin pyrkivissä peleissä mallin-, teksturointi- ja animointivaiheissa voi työskentelyyn liittyä näyttelijöiden skannausta ja liikkeen kaappaamista sekä niistä saatavan datan käsittelyä. Myös lowpoly-malleista voi olla useita eri versioita esimerkiksi eri kasvonilmeille, joiden välillä pelimalli muuttaa muotoaan. Malleista käytetään usein myös eri versioita eri etäisyyksillä kamerasta. Ei ole olemassa yhtä oikeaa työnkulkua – vaihteluita onkin yhtä paljon kuin eri tyylin pelejä ja kehitystiimejä.

## 4 Digitaalinen kuvanveisto

### 4.1 Yleistä

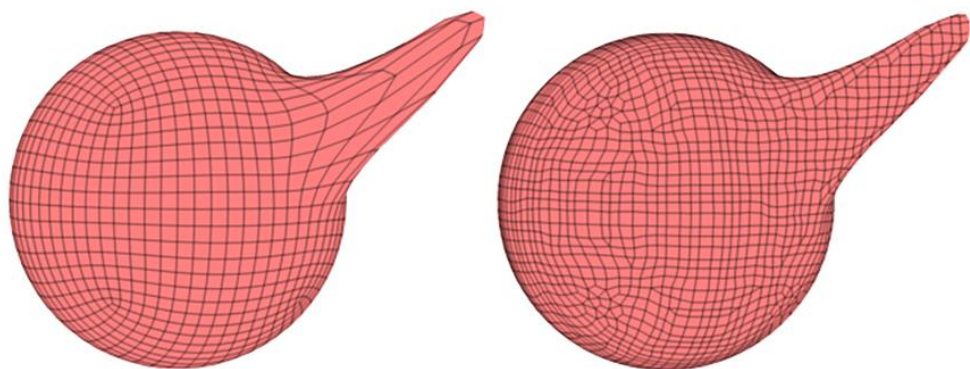
Digitaalisella kuvanveistolla tarkoitetaan kuvanveistoa ohjelmilla, jotka sallivat digitaalisen objektin manipuloinnin aivan kuin se olisi tehty oikeasta materiaalista, kuten savesta. Mallia esittävän geometrian näyttämiseen on useita tekniikoita, joista kaikki tarjoavat erilaisia haittoja ja hyötyjä. Valtaosa markkinoilla olevista työkaluista käyttää meshipohjaista geometriaa, joka esittää mallin työnnettävissä ja vedettävissä olevalla polygoniverkolla. Toiset digitaaliset kuvanveistotyökalut käyttävät vokselipohjaista geometriaa, jossa objektin perusrakenteena on tilavuus. Monet työkalut käyttävät apunaan useampaa geometriarepresentaatiota. (Wikipedia 2015a.)

## 4.2 Polygonipohjainen veisto

Polygoniverkkoon perustuvan veistämisen etuna on useamman resoluutiotason työskentely. Myös mallin paikallinen polygonikoko ja siten tiheys, voivat vaihdella alueittain. Muutokset eri resoluutiotasoilla propagoituvat sekä korkeammille että matalammille tasoille. Polygoniverkkoon perustuvan veistämisen rajoituksena on polygoniverkon kiinteys: tietynlainen polygonijärjestely voi rajoittaa mallin manipulointia tai yksityiskohtien lisäämistä. (Wikipedia 2015a.)

## 4.3 Vokselipohjainen veisto

Vokselipohjaisen veistämisen etuna on se, että vokselit sallivat mallille täysin vapaan muodon. Mallin topologiaa voidaan muuttaa jatkuvasti materiaalia lisätessä ja poistettaessa. Vokselit ovat kuitenkin rajoittuneita useamman resoluutiotason työskentelyyn. Toisin kuin polygonipohjaisessa työskentelyssä, muutokset matalan tason vokseleissa voivat aiheuttaa tuhoisia vaikutuksia korkeammassa resoluutiossa tehtyihin yksityiskohtiin. Vokselimalli esitetään yleensä automaattisesti generoidulla polygoniverkolla (kuvio 6, oikea). (Wikipedia 2015a.)



Kuvio 6. Vasemmalla polygonipohjainen pallo. Oikealla polygoneina esitetty vokselipohjainen pallo. Huomaa vokselipallon tasainen geometriatiheys.

#### 4.4 Zbrush

Tämän työn esimerkeissä käytettävä veistotyökalu Zbrush operoi polygonipohjaisesti, mutta sisältää myös vokseleihin perustuvia tekniikoita. Yksi Zbrushin merkittävimmistä vokselipohjaisista työkaluista on Dynamesh, jonka käyttöä tulen esittelemään tarkemmin jäljempänä. Dynamesh on työmoodi, jossa käyttäjä voi halutessaan järjestellä mallin topologian automaattisesti uudelleen tasaiseksi neliöverkoksi. Uudelleen topologisointi tapahtuu vokseloimalla malli ja rakentamalla neliögeometria uudelleen vokselidatan perusteella, piilossa käyttäjältä. Käyttäjä voi päättää itse vokselointiruudukon resoluution.

Seuraava luku tulee keskittymään yksinomaan veistämiseen, sisältäen kuitenkin paljon viittauksia myös perinteiseen 3D-mallinnukseen. Erityisesti polygonipohjaisessa veistämisessä on paljon päällekkäisyyksiä polygonimallinnuksen kanssa, ja raja ei aina ole täysin kiinteä. Mallinnus toimiikin lähes aina yhteistyössä veistämisen kanssa.

#### 4.5 Veistämisen edut

Perinteinen polygonimallinnus rajoittuu käsin hallittavissa olevaan määrään polygoneja, joiden manipulointi kohdistuu yksittäiseen tai pieneen osaan polygoneja. Veistotyökalut sallivat miljoonien polygonien manipuloinnin usein artisteille intuitiivisimmilla tavoilla. Yksittäisten polygonien asettelu sopii hyvin mekaanisten, verrattain primitiivisten, suorakulmaisten muotojen luomiseen. Hahmoissa kuitenkin harvoin tällaisia muotoja esiintyy. Valtaosa veistotyökaluista käyttää brusheissaan hyödyksi painetunnisteisia näyttöjä ja piirtopöytiä. Painetunnisteisen kynän käyttäminen veistämisessä tuo ilmaiseksi elävyyttä muotoihin ja suoraviivaistaa vuorovaikutusta 3D-mallin kanssa. Moni veistotyökalu käyttää myös työkalujensa pohjalla tuttuja perinteisen savenveiston ja maalauksen tekniikoita ja laajentaa niitä digitaalisuuden tuomilla mahdollisuuksilla. Vaikka veistäminen ei täysin poista 3D-työskentelyn teknisiä tietotaitovaatimuksia, se vähentää niiden ajattelua työskennellessä ja sallii keskittymisen taiteelliseen ilmaukseen.

Perinteisessä 3D-mallinnuksessa on mahdollisuus käyttää subdivision-tekniikkaa jakamaan mallin pintaa tarkemmaksi alipinnaksi. Mallin manipulointi tapahtuu kuitenkin epätarkempaa kontrolliverkkoa käyttäen. Subdivision ei siis käytännössä juurikaan lisää työskentelyn tarkkuutta, ainoastaan näytettävän muodon sileyttä ja siluetin kaarevuutta. Mikäli työskentelyn tarkkuutta haluaa lisätä, täytyy kontrolliverkko jakaa destruktiivisesti



pienempiin osiin ilman mahdollisuutta palata epätarkempaan verkkoon tuhoamatta tarkempaa dataa. Polygoniveistämisessä siirtyminen tasojen välillä ja niiden lisääminen on helppoa eikä aiheuta datan häviämistä.

## 5 Kuvanveistoprosessi ja esimerkit

Kuvanveistoprosessin esittelyssä käytän pääasiallisena esimerkkinä Hardlandin Mathilda-hahmoa. Mathilda on pelimaailman uniikki noita ja pelaajan lähde erilaisille taikajuomille. Hahmo noudattaa suurilta osin noita-akka arkkityyppiä, mutta on lähtökohtaisesti ystävällinen tai neutraali pelaajaa kohtaan. Taistelussa Mathilda on pitkän kantaman yksikkö ja käyttää aseenaan taikoja. Normaalina pidemmät kädet ja sormet sallivat monia erilaisia toimintoja ja liikkeitä ovat luettavia pitkänkin etäisyyden päästä, mikä on pelillisesti tärkeää taistelun aikana. Tavoitteena oli myös malli, josta voi pienillä muutoksilla tehdä erillisen ilkeän ei-uniikin noitahahmotyyppin.

### 5.1 Blokkaukset

Ennen veiston aloittamista analysoin konseptitaidetta ja pilkoin mielessäni hahmon yksinkertaisimpiin mahdollisiin primitiiveihin, jotka toimivat hahmon pohjamuotoina. Mathilda rakentuu eri tavoin yhdistyvistä kolmioista ja on pituudeltaan noin kolmen pään kokoinen, kuten lähes kaikki Hardlandin hahmot.

Seuraavaksi lähdin blokkaamaan eli luomaan karkeaa 3D-luonnosta hahmosta Zbrushissa, minkä tarkoituksena oli vakiinnuttaa hahmon suuret linjat ja mittasuhteet. Tässä vaiheessa en kiinnittänyt lainkaan huomiota geometrian siisteyteen tai osien oikeaan erotteluun, sillä syntyvän mallin ainoa funktio on konseptin siirtäminen 3D-tilaan sekä sen testaaminen ja muokkaaminen toimivaksi eri kulmista. Käytin DynaMeshiä, joka mahdollistaa geometrian huolettoman venyttelyn sopien erinomaisesti luonnoste- luun. Luonnosmalli ei tule koskaan olemaan osana lopullista mallia.

Hardlandin hahmokonseptien perustana toimii ensisijaisesti visuaalinen muotokieli anatomisen oikeellisuuden sijaan. Luodessa liikkuvia kolmiulotteisia hahmoja niiden pohjaaminen realistiseen ihmis- tai eläin anatomiaan on kuitenkin ensiarvoisen tärkeää. Anatomisen toimivuus luo hahmoille uskottavuutta ja samaistuttavuutta, vaikka ne eivät muu-

ten noudattaisikaan realistisen maailman sääntöjä. Yksi blokkauksen ensimmäisistä vaiheista onkin hahmon vartalon veistäminen, vaikka se ei vaatteiden alta näkyisikään. Hardlandin hahmojen pään koko ei aina salli vartalon ja pään järkevää kiinnittymistä toisiinsa, mutta muutoin kaikkien ihmishahmojen pohjalla on tyylitelty ihmisvartalo (kuvio 7, vaihe 2). Vartalo helpottaa vaatteiden luonnollista asettelua sekä tasapainoisen T-posen löytämistä. Vartalon veistämistä käsittelem en myöhemmin lisää luvussa 5.3.



Kuvio 7. Prosessi pallosta luonnosmalliksi.

Aivan kuten lähes mihin tahansa luovaan kehitysprosessiin, myös hahmomallin luontiin sopii iteratiivinen designmalli. Iteratiivisen designprosessin ensimmäinen askel on luoda prototyyppi. Seuraavaksi prototyyppi testataan ja testaustulosta käytetään seuraavan version luomiseen. Prosessi toistetaan, kunnes on saavutettu tyydyttävä lopputulos. (Wikipedia 2015b.) 3D-luonnos on mallin ensimmäinen prototyyppi, jonka vein testaukseen pelimaailmaan sille ominaiseen paikkaan (kuvio 8). Arvioin hahmon mittasuhteita ja kokoa suhteessa muihin pelin hahmoihin ja ympäristöön pelin kameraa ja eri valaistustilanteita käyttäen. Huomasin esimerkiksi Mathildan olevan liian pieni muihin hahmoihin verrattuna. Seuraavaksi tein muutokset malliin Zbrushissa ja toistin prosessin vielä kerran, kunnes olin tyytyväinen pohjaan. Koska työskentelin karkean luonnosmallin kanssa, mittasuhtemuutokset oli erittäin nopea tehdä liikutus- ja skaalaustyökaluilla ja pääsin pikaisesti jatkamaan seuraavaan vaiheeseen. Iteratiivinen työskentely ei lopu blokkauksmallin valmistumiseen vaan jatkuu eriasteisella testauksella ja arvioinnilla 3D-mallin valmistumisesta aina pelin valmistumiseen saakka.

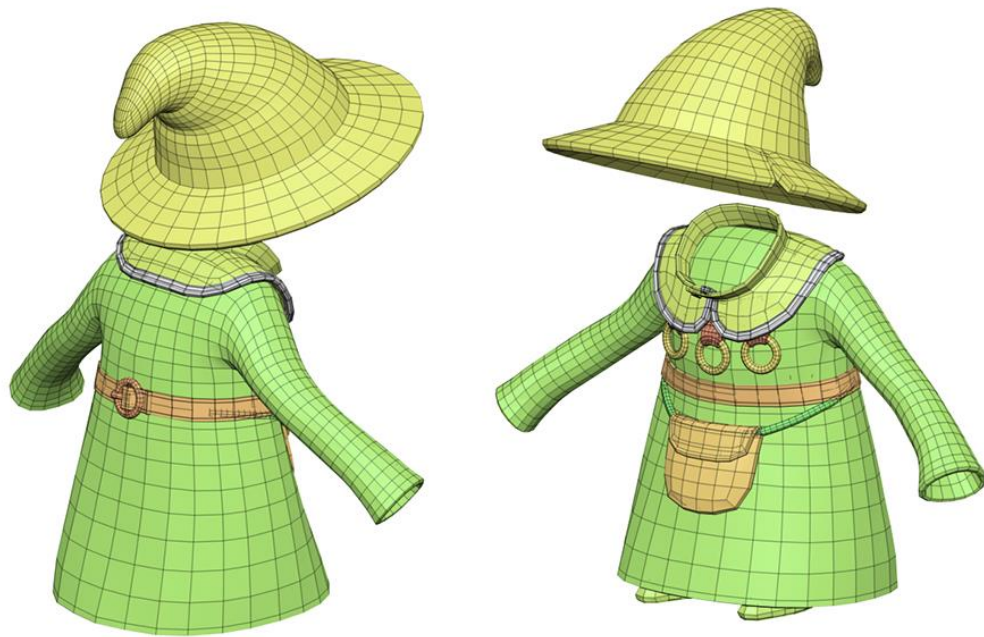


Kuvio 8. Blokkauksmallin ensimmäinen versio pelimaailmassa.

## 5.2 Pohjameshit

Pohjameshiksi kutsutaan polygoniveiston perustana toimivaa mallia, joka on usein tehty perinteisiä mallinnustekniikoita käyttäen. Pohjameshejä voi luoda mallinnusohjelmien ohella myös monilla veisto-ohjelmilla. Pohjameshiä voi tarkentaa lisäämällä subdivision-tasoja, mutta sen topologia on lähtökohtaisesti kiinteä. Pohjameshi on viisasta tehdä täysin nelikulmaisia polygoneja käyttäen (Polycount 2015b).

Loin Mathildan vaatteille ja asusteille pohjameshit Blenderin mallinnustyökaluilla käyttäen luonnosmallia ohjanuorana. Käsien ja kasvojen pohjameshit tein myöhemmässä vaiheessa Zbrushin Zremesher-työkalulla, joka luo automaattisesti neliöpohjaisen polygonimallin mistä tahansa mallista. Vaatteiden pohjamesheissä kiinnitin huomiota polygonien tasaiseen jakautumiseen (kuvio 9). Lisäsin support loopeja eli mallin subdivision muodonmuutosta tukevia edge loopeja alueille, joiden halusin pysyvän terävänä mallin resoluutiota kasvatettaessa. Mietin myös jo tässä vaiheessa tulevaa lowpoly-mallia, sillä pohjameshien alin resoluutiotaso ja veistettäessä siihen propagoituvat muodonmuutokset luovat hyvän pohjan lowpoly-mallille nopeuttaen myöhempää työskentelyä.



Kuvio 9. Mathildan vaatteiden pohjameshit.

### 5.3 Orgaaninen veistäminen

Orgaanisella veistämällä tarkoitetaan luonnollisten tai elävien asioiden kuten ihmisen veistoa. Hahmoveistoksen onnistumiseen vaikuttaa kolme pääelementtiä: gesture, muoto ja mittasuhteet (Spencer 2010, 3).

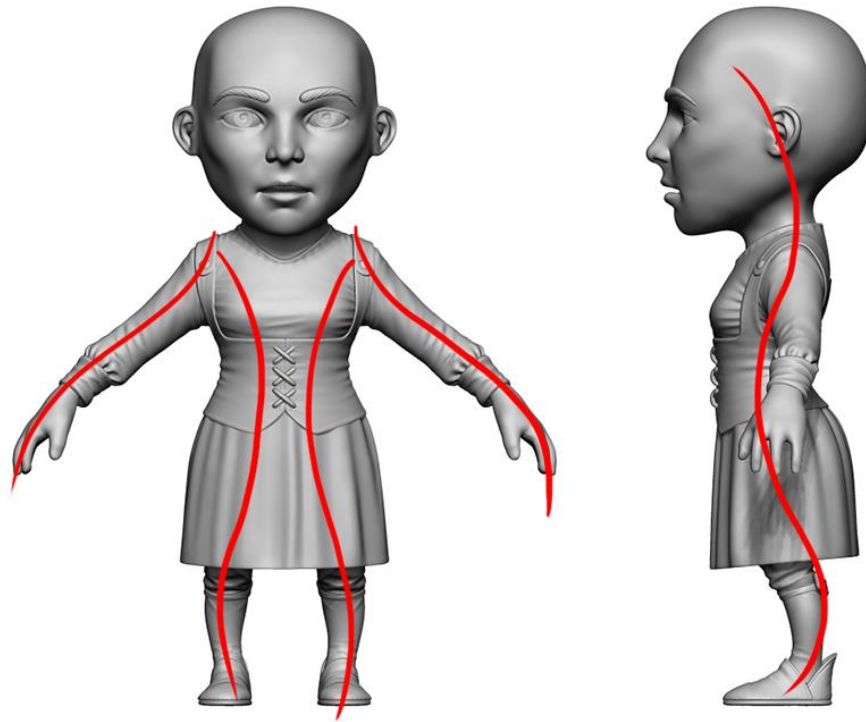
#### 5.3.1 Gesture

Gesture on mallin vallitseva viiva tai linja, joka on seurattavissa hahmon läpi. Linja ei seuraa hahmon reunoja vaan sen toimintaa tai energiaa (kuvio 10). Gesture on yhtälailla tärkeä vestoksessa kuin piirroksessakin. Hahmo ilman selkeää gesturea näyttää jäykältä ja elottomalta. Onnistuneen hahmon gesture on havaittavissa myös neutraalissa asennossa (kuvio 11). (Spencer 2010, 3.)



Kuvio 10. Louis-Ernest Barriasin Le Serment De Spartacus-veistos (1869-1871) Pariisissa. Merkittävimmät gesturelinjat merkitty punaisella.

Määrittelin blokkausvaiheessa Mathildan gesturen, jota jalostin ja tarkkailin siirtyessäni kohti valmiimpaa. Hardlandin hahmojen raajat ovat päähän suhteessa lyhyet, joten olen monen hahmon kohdalla liioitellut käsien ja jalkojen kaarevia linjoja kompensoidakseni suuren pään luomaa staattisuutta.



Kuvio 11. Hardlandin naiskyläläisen gesturelinjat T-posessa.

### 5.3.2 Muoto

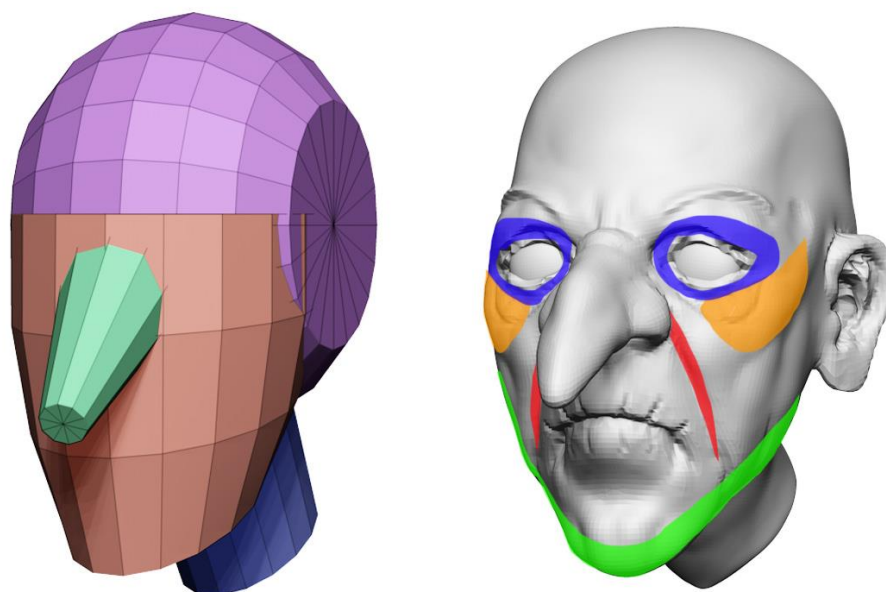
Muodolla tarkoitetaan mallin pinnan ulottuvuuksia. Muodon havainnointi perustuu valoon, varjoon sekä niiden muodostamiin gradientteihin. Ilman valoa mallista on havaittavissa ainoastaan siluetti. On huomionarvoista, että veistäessä artisti manipuloi mallin muodon lisäksi myös valon ja varjon vaikutusta pintaan. (Spencer 2010, 5.)

Muoto voidaan jakaa kolmeen kategoriaan: primäärisiin, sekundäärisiin ja tertiäärisiin muotoihin. Primääriset muodot edustavat hahmon suurimpia mahdollisia perusmuotoja, kuten kallon pallo ja kaulan sylinteri. Sekundäärisen muodon luovat hahmon anatomiset elementit kuten lihakset, iho ja rasva sekä ihon suuret poimut. Tertiäärisiä muotoja ovat yksityiskohdat, kuten ihon pienet poimut, huokoset ja epätäydellisyydet. (Spencer 2011, 119.)

Muotokategoriat ovat nimiensä mukaisessa järjestyksessä työskentelyn ja lopputuloksen onnistuneisuuden kannalta. Tertiääriset muodot eivät koskaan pelasta hahmoa, jonka primäärisessä tai sekundäärisessä muodossa on ongelmia.



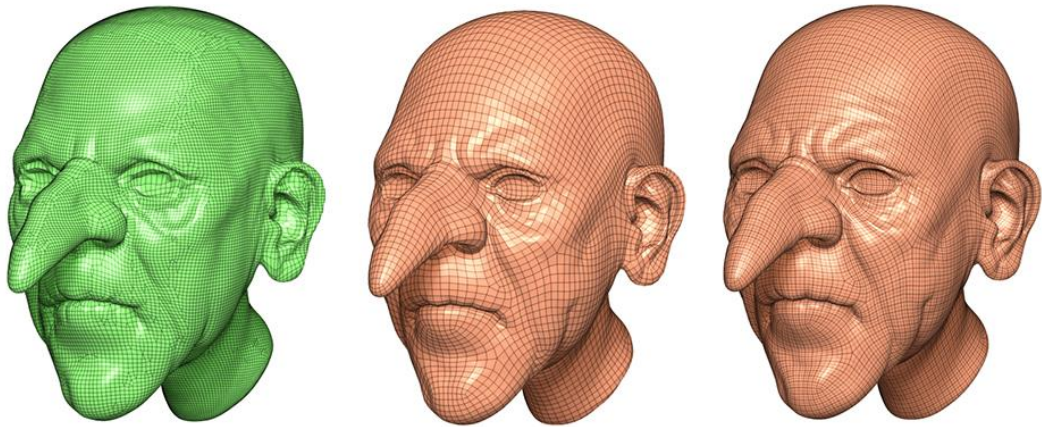
Mathildan primääriset vartalonmuodot ovat suuri pää, pitkä nenä ja leuka sekä laihat ja pitkät kädet. Jatkoin näiden osien työstämistä blokatun mallin kopiosta edelleen DynaMeshia käyttäen. Primäärisiä ja sekundäärisiä muotoja hahmotellessa meshi ei välttämättä vaadi tietynlaista topologiaa pohjaksi. DynaMesh myös sallii vapaammat muutokset muotoon. Siirtyessäni karkeista muodoista kohti yksityiskohtaisempia sekundäärisiä muotoja, lisäsin DynaMeshin resoluutiota asteittain. Mathildan näkyvät vartalonosat sisältävät kaikki realistisen ihmisen anatomiset osat. Nämä osat osittain liioiteltuna muodostavat hahmon sekundääriset muodot. Aloitin kasvojen veistämisen omalle työskentelylleni merkittävimmistä anatomisista piirteistä: poskiluista, silmäkuopista, leukaluusta sekä nenän ja suupielen välisestä nasolabial-uurteesta (kuvio 12, oikea). Käsistä hahmottelen ensimmäisinä nivelten paikat, löysän ihon sekä kämmenen lihas- ja ihomassat.



Kuvio 12. Vasemmalla Mathildan pään primääriset muodot. Oikealla kasvojen merkittävimmät anatomiset maamerkit.

Kun olin löytänyt merkittävimmät anatomiset maamerkit, deaktivoitin DynaMesh-moodin, kopioin mallit ja loin ZRemesher-työkalulla kopioista automaattisesti uudet pohjameshit, joiden topologia noudatteli paremmin mallin primäärisiä muotoja. Projisoitin menetetyt yksityiskohdat alkuperäisistä DynaMesh-malleista ja jatkoin työskentelyä täysin polygonipohjaisilla veistotekniikoilla lisäten tarvittaessa geometrian resoluutiotasoa.

Anatomisia muotoja veistäessäni käytän aina referenssejä. Kehon lihaksista, luista, ihosta ja rasvasta muodostuvia yhdistelmiä on loputon määrä, eikä niitä ole mahdollista opetella ulkoa, vaikka tuntisikin ihmisanatomian hyvin. Mathildan kasvojen referenssinä käytin kuvia vanhoista miehistä ja naisista. Referenssikuvista keskityin tarkkailemaan esimerkiksi roikkuvan ihon kiinnityspisteitä ja silmien alueen ryppyjä, sillä vaikka Mathildan kasvot eivät realistisia mittasuhteita noudatakaan, lihakset, rasva ja iho noudattavat yhteisiä sääntöjä. Kuviossa 13 on nähtävillä Mathildan pään mallin vaiheet.



Kuvio 13. Vasemmalla DynaMesh-luonnos, keskellä ZRemesherillä luotu pohjameshi ja oikealla pään toinen subdivision-taso.

Hardlandin lelumaiseen tyyliin kuuluu pintojen tietynlainen yksinkertaisuus, joten tertiärisiä muotoja on hahmoissa käytetty säästäväisesti myymään lähinnä vanhojen ja groteskien hahmojen ihon tuntua. Hahmojen tekstuurien tarkkuus myös rajoittaa paljon sitä millaisia yksityiskohtia hahmoihin kannattaa veistää. Alle neljän tekselin tarkkuuden muodot aiheuttavat tekstuuriin lähinnä visuaalista kohinaa, joka ei ole suotavaa pelin tyylin kannalta. Pelietäisyydeltä näkymättömät sekä alle tekselikoon yksityiskohtien veistäminen on myös lopputuloksen kannalta turhaa työtä. Kuviossa 14 on nähtävillä realistiseen, läheltä katsottavaan malliin tarvittavat tertiäriset muodot.





Kuvio 14. J. K. Simmons-näköisyystutkielman tertiääriset muodot.

Liikkuessa ihmisen iho laskostuu ja venyy, lihakset supistuvat ja laajentuvat sekä lihas- ja rasvamassat liikkuvat voimien vaikutuksesta. Staattista highpoly-mallia veistäessä on kuitenkin mahdollisuus esittää vain yksi tilanne näistä muodonmuutoksista. Nivelten ja kehon muita merkittävien muodonmuutosten alueita veistäessä on kannattavaa veistää ihon laskokset ja lihasten tila mahdollisimman yleispätevään muotoon. Muoto on usein alueen liikkumavälin keskitilannetta kuvaava eikä siten aina sama kuin mitä se realistisesti hahmon senhetkisessä T-posessa olisi.

Suurten budjettien tuotannoissa on toisinaan mahdollista luoda highpoly-malleja, joiden sekundääriset ja tertiääriset muodot edustavat useita eri asentoja ja ilmeitä sekä kehittää pelin järjestelmiä, jotka kykenevät näyttämään niistä beikatut normal mapit alueellisesti oikeissa tilanteissa (kuvio 15).

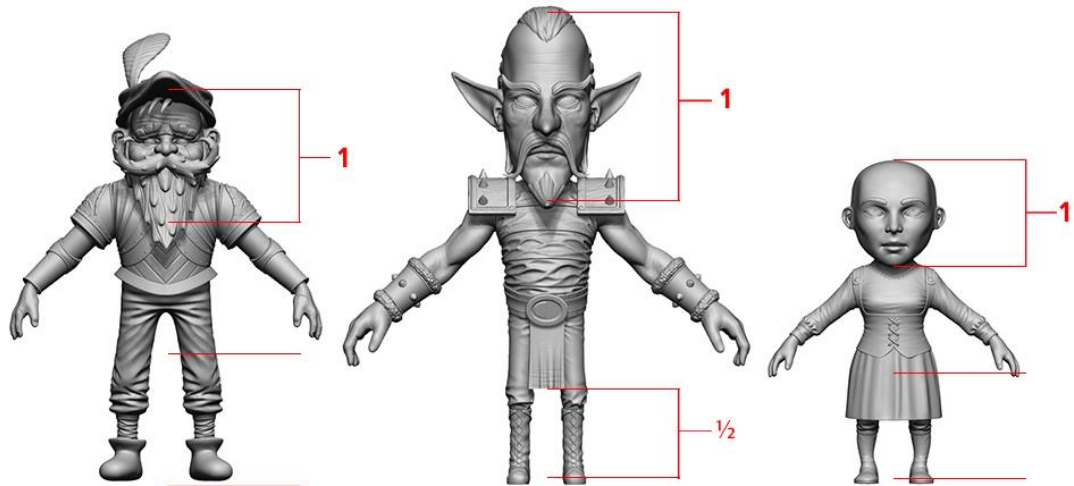


Kuvio 15. The Order: 1886-pelin Tesla-hahmon eri kasvonilmeveistoksia.

### 5.3.3 Mittasuhteet

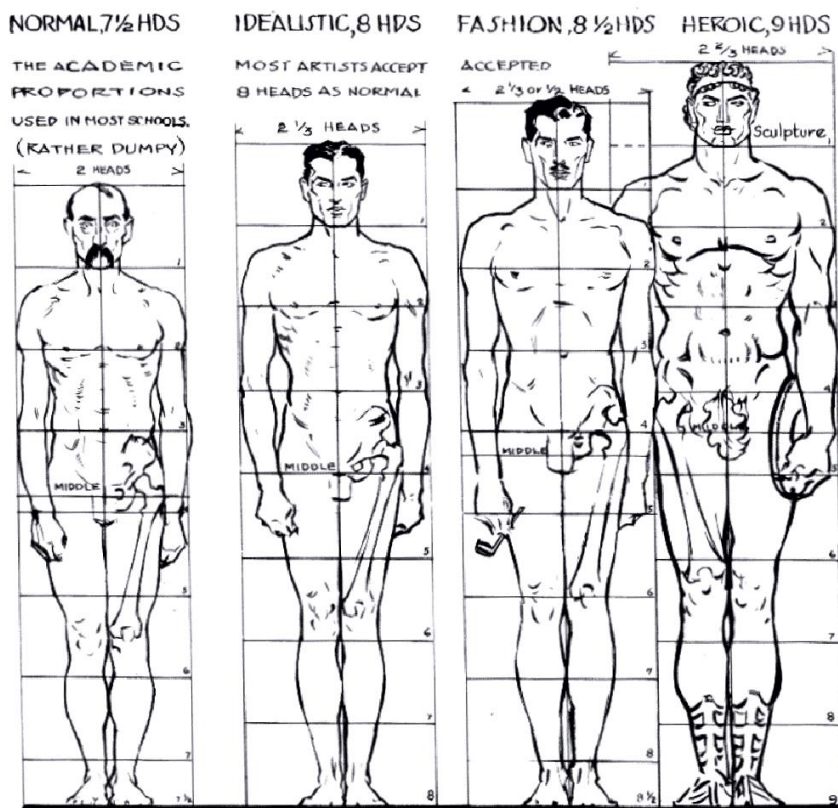
Mittasuhteet viittaavat osien keskinäisiin suhteisiin. Ihmishahmon mittasuhteisiin on useita erilaisia järjestelmiä. Kaikki järjestelmät pyrkivät tarjoamaan yleistettävissä olevan joukon sääntöjä, jotka auttavat luonnolliselta tuntuvan ihmishahmon luomisessa. Vaikkei yksikään järjestelmistä voi tarjota jokaiseen ihmishahmoon pätevää säännöstöä, on tilanteeseen sopivan järjestelmän noudattaminen aina kuitenkin hyödyllistä. Realistista hahmoa luodessa yleisimmin käytetty järjestelmä on 8 pään järjestelmä. Tämä järjestelmä esittää hahmon mittasuhteet suhteessa pään kokoon täyden hahmon ollessa 8 pään mittainen. Vaikka  $7\frac{1}{2}$  pään järjestelmän mukainen ihminen vastaa paremmin todellisuutta, koetaan se toisinaan lyhyehköksi. (Spencer 2010, 7.)

Hardlandin hahmot noudattavat löyhästi kolmen pään järjestelmää, jossa jalat ja keskivartalo yhdessä muodostavat kaksi muuta päänmittaa (kuvio 16). Kädet ja jalkaterät ovat useimmiten käsivarsiin ja jalkoihin suhteessa liioiteltuja. Hahmot eivät kokoluokaltaan noudata mitään määriteltyä järjestelmää vaan saattavat hahmosta riippuen olla toisiinsa suhteessa hyvin erikokoisia.



Kuvio 16. Hardlandin hahmojen mittasuhteita.

Realistisempia mittasuhteita tavoittelevat videopelit käyttävät hahmoilleen usein realistista  $7\frac{1}{2}$  pään, idealistista 8 pään, mallimittaista  $8\frac{1}{2}$  pään tai sankarillista 9 pään järjestelmää (kuvio 17).



Kuvio 17. Erilaisia mittasuhteijärjestelmiä.

## 5.4 Vaatteiden veistäminen

Vaatteiden veistäminen voidaan jakaa kuuteen tasoon: volyymi ja mittasuhteet, suuret laskokset, pienet laskokset, muistilaskokset, saumat sekä tikkaukset ja kulumat. (Art for Games, 2014).

Rakenteellisten tasojen sijaan vaatteita on vaihtoehtoisesti mahdollista tarkastella myös edellisessä alaluvussa käsiteltyjen primääristen, sekundääristen ja tertiääristen muotojen kautta; Volyymi ja mittasuhteet ovat primäärisiä muotoja, suuret, pienet ja muistilaskokset ovat sekundäärisiä muotoja ja saumat, tikkaukset, kulumat ja pintatekstuuri ovat tertiäärisiä muotoja. Tässä alaluvussa käsittelen vaatteiden veistoa ensimmäisenä mainitun jaottelun avulla.

### 5.4.1 Volyymi ja mittasuhteet

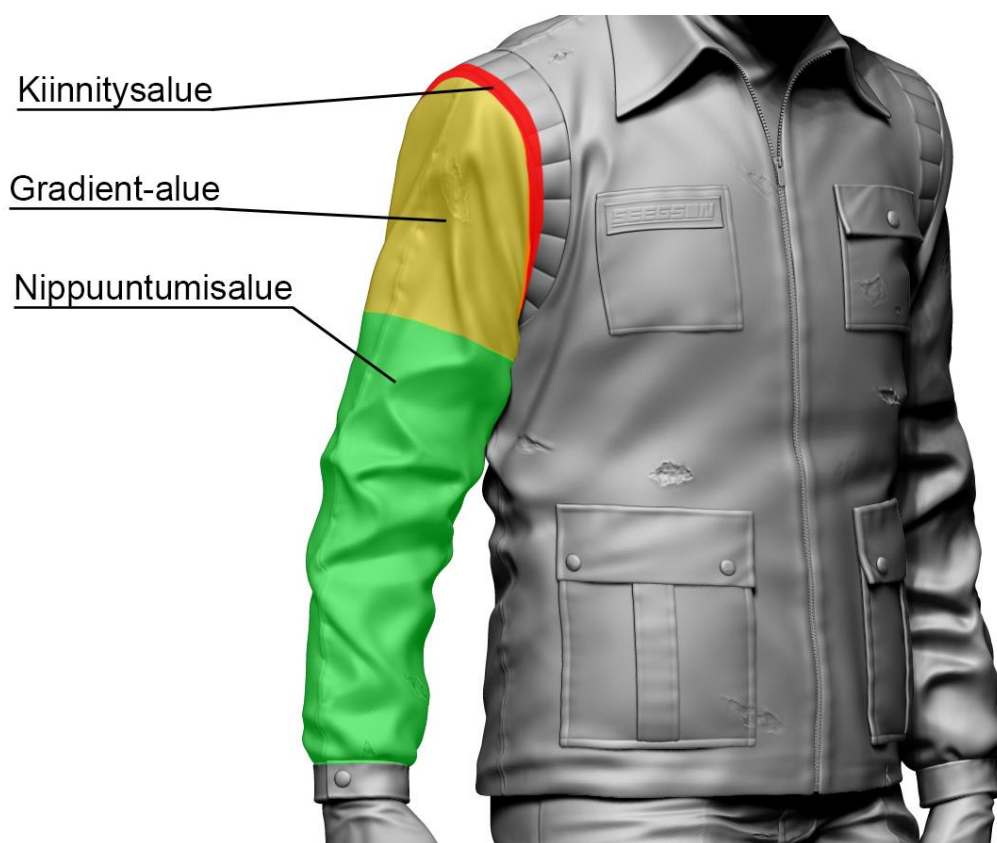
Blokkausvaiheessa vaatteiden yleisvolyymien löytämisen jälkeen on usein hyödyllistä luoda pohjameshit. Vaikka vaatteet ovat usein näennäisen orgaanisia ryppyineen ja laskoksineen, sisältävät ne kuitenkin pohjallaan tietynlaisia rakenteita, joiden luominen orgaanisen veistämisen tekniikoin ei ole kaikkein helpointa. Vaatteet koostuvat useista tasomuotoisista, tasapaksuista paloista, jotka ovat kiinnitettyjä reunoistaan yhteen. Perinteinen polygonimallinnus on erinomainen tekniikka tähän tarkoitukseen.

Mittasuhteet määräytyvät pääasiassa alla olevan vartalon perusteella ja volyymi vaateen suhteellisen koon mukaan. Löysät ja topatut vaatteet ottavat enemmän tilaa vartalon ympäriltä. Pohjameshi on järkevää tehdä kuvailemaan vaateen volyymia ja mittasuhteita mahdollisimman tarkasti.

### 5.4.2 Suuret laskokset

Volyymien määrittelyn pystyy yleensä tekemään lähes samoin kaikkien vaatemateriaalien kohdalla, mutta laskosten muodostuminen vaihtelee merkittävästi materiaalista riippuen. Suuret laskokset ovat vaateen kaukaa huomattavissa olevat muodot, jotka ovat volyymien jälkeen merkittävin vaikuttava tekijä vaateen muotoon ja siluettiin. Suurissa laskoksissa on huomattavissa kolme erilaista kohtaa, joiden identifioiminen auttaa laskosten

veistämisessä: kiinnityskohdat, nippuuntumisalueet sekä niiden väliin muodostuvat gradientit (kuvio 18). Kiinnityskohdat ovat alueita, joissa vaate on joko fyysisesti kiinnittynyt alla olevaan vaatteeseen tai vartaloon tai painovoiman vaikutuksesta roikkuu kiinnittyneenä. Esimerkkejä kiinnityskohdista ovat henkseleiden kiinnityskohta housuissa tai olkapäiden alue t-paidassa. Nippuuntumisalueita ovat paikat, joissa vaatemassa kasaantuu painovoiman vaikutuksesta laskoksiksi tai paikat, joissa esimerkiksi vyö pakottaa vaatetta kasaantumaan. Nippuuntumisalueita ovat esimerkiksi pitkissä housuissa nilkan kohdalle muodostuva laskosalue ja housuihin laitetun paidanhelman alue. Monet vaatteet rajoittuvat ylä- ja alareunoistaan näihin alueisiin ja muodostavat välille gradienttialueita, joiden laskosten muotoon vaikuttaa vahvasti vaatteen materiaali ja leikkaukset ja paksuus. Vaatteet voivat myös riippua vapaana yhdestä tai useammasta kiinnityskohdasta, jolloin nippuuntumisalueita tai gradientteja ei muodostu. Kahden kiinnityskohdan väliin ja kiinnityskohdasta kohti vapaita reunoja muodostuu alueita, joissa vaate riippuu vapaasti oman painon ja materiaalinsa mukaisesti. (CGCookie, 2014.)



Kuvio 18. Takin paksu ja jäykkä materiaali aiheuttaa laajan nippuuntumisalueen.

Suuret laskokset rajoittuvat sisimmillään aina alla olevaan vartaloon tai vaatekerrokseen, joten veistettäessä on hyödyllistä pitää hahmon vartalomalli näkyvissä ja siten rajoittamassa siseneviä laskoksia (kuvio 19). Suuria laskoksia veistettäessä vaateen pinta-ala väistämättä muuttuu. Onkin tärkeää pitää huoli siitä, että kasvattaa pinta-alaa tasaisesti joka puolelta. Esimerkiksi housuihin nilkan etupuolelle veistettävät nippuuntumislaskokset vaativat myös nilkan takapuolelle samanlaisen pinta-alan muutoksen laskokset. Ilman niitä housun kankaan pinta-ala on alueellisesti epätasaista ja siten aiheuttaa epäuskottavuutta. Vaateen pinta-ala ei kasva alueellisesti, ellei jokin sitä eksplisiittisesti venytä, mikä on päällä olevissa vaatteissa harvinaista.



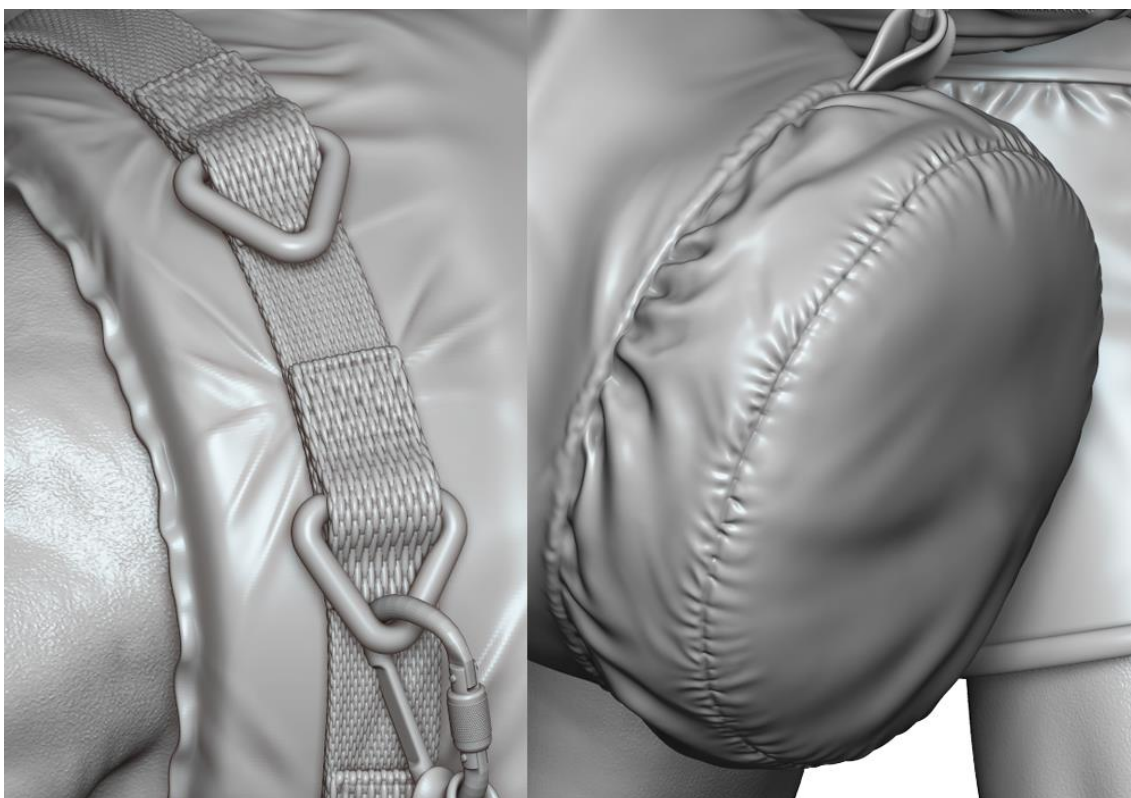
Kuvio 19. Alueita, joissa alla oleva vartalo tai vaatekerros rajoittaa laskoksia.

Vaateen materiaali vaikuttaa muun muassa laskosten terävyyteen sekä kokoon, nippuuntumis- ja kiinnitysalueiden vaikutuksen suhteeseen gradienttialueilla ja nippuuntumisalueille muodostuvien laskosten rakenteeseen.

#### 5.4.3 Pienet laskokset

Pienet laskokset ovat muotoja, jotka eivät juurikaan vaikuta hahmon siluettiin. Pieniä laskoksia esiintyy esimerkiksi saumojen alueilla ja osana suuria laskoksia (kuvio 20). Kaikki näistä ei ole enää merkittäviä vaateen toimivuuden kannalta tai näkyviä pelietäisyydeltä mutta auttavat luomaan uskottavuutta ja edelleen määrittelemään materiaalia.

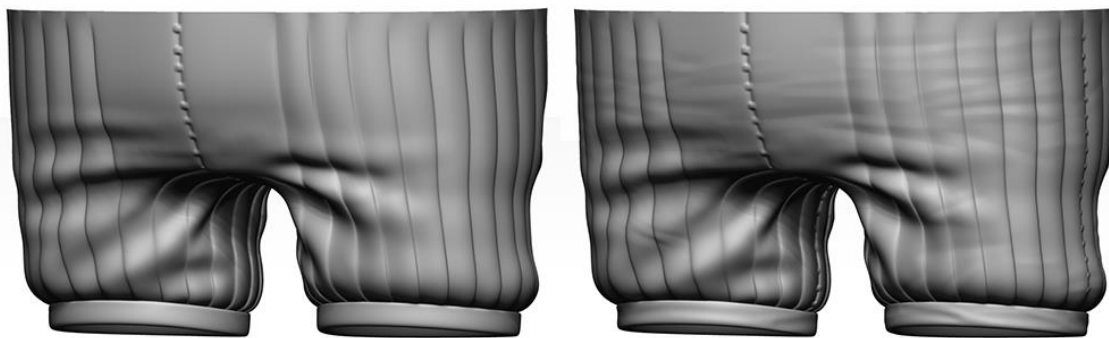




Kuvio 20. Pieniä laskoksia.

#### 5.4.4 Muistilaskokset

Muistilaskokset ovat ryppyjä ja laskoksia, jotka muodostuvat vaatteeseen niiden ollessa taittuneena pitkiä aikoja, esimerkiksi vaatekaapissa viikattuna. Muistilaskokset auttavat kertomaan vaatteiden ja siten hahmon historiaa: Uusissa vaatteissa muistilaskokset ovat kohdissa, joista vaate on ollut taitettuna pakkauksessa tai kohtia, joista vaate on silitetty taitteelle. Nämä taitokset saattavat usein olla hyvin vahvoja ja siten muuttaa vaatteiden siluettia ja yliajaa suuria laskoksia. Normaali vaate sisältää kevyitä, melko tasaisesti jakautuneita vaatekaapissa muodostuneita ryppyjä. Kulunut ja pitkään käytetty vaate sisältää muistilaskoksia usein paikoissa, joissa se päällä ollessa on useimmiten taittunut. Nämä muistilaskokset voivat säilyttää muotonsa myös asennossa, jossa samaisia laskoksia ei normaalisti muodostuisi. Esimerkkinä pitkään käytettyjen farkkujen polvitaipeseen muodostuvat rypyt. Kuviossa 21 on nähtävissä muistilaskosten vaikutus erään Hardlandin hahmon housuihin.



Kuvio 21. Malli, jonka oikeanpuoleiseen versioon lisätty muistilaskokset.

#### 5.4.5 Tikkaukset ja kulumat

Tikkaukset viimeistelevät vaatteiden ja sen realistisuuden. Niiden näkyminen mallissa vaatii kuitenkin suuren tekstuuriresoluution ja paljon geometriaa highpoly-malliin, joten niiden liioitteluun on helppo sortua. Epärealistisen kokoiset tikkaukset syövät kuitenkin mallin uskottavuutta, ja joskus viisaampaa onkin tikkauksen sijaan veistää tikkauksen aiheuttamat ympäröivät muodot vihjaamaan tikkauksen olemassaolosta.

Vaatteen kulumisista ja vahingoista helpoiten veistettäviä ovat repeämät ja rispaantuneet kohdat. Kuluessaan esimerkiksi puuvilla muuttuu huokoisemmaksi, minkä kommunikointi on veistämisen sijaan usein helpompaa esimerkiksi roughness- ja albedotekstuureilla.

Muutosten helppouden vuoksi on viisasta sijoittaa mainitut tasot eri layerille, jolloin eri tasoja voi työstää aiheuttamatta muille tasoille vahinkoa. Zbrushin layer-järjestelmän käytettävyyden vuoksi Hardlandin hahmoissa usein ainoastaan muistilaskokset ja rispautumiset ovat sijoitettuna omalle layerilleen.

#### 5.4.6 Toimivuus, realismi ja simulaatio

Useimmat 3D-mallinnusohjelmat sisältävät vaatesimulaatiotyökaluja, joilla pystyy laskemaan vaatteiden realistisen laskeutumisen hahmon päälle. Nykyisillä tekniikoilla pystytään usein luomaan simuloitu malli, joka sisältää suuret laskokset ja joitain saumojen alueiden



pieniä laskoksia. Tätä malli voi käyttää pohjana lisäten muut tasot ja parannellen simulaation tulosta veistotyökaluilla. Laskoksia ei kuitenkaan usein kannata veistää muotoon, joka olisi realistinen hahmon T-posessa, sillä aivan kuten orgaaniset osat myös vaatteet muuttavat muotoaan hahmon liikkuesssa. Simulaatio toimii fysiikan sääntöjen mukaan ja laskee vaateen putoamisen mahdollisimman realistisesti, joka aitoudestaan huolimatta ei välttämättä ole paras mahdollinen pelimalliin. Vaatteiden reaaliaikainen simulaatio on edelleen hyvin rajoitettua ja epätarkkaa ja toimii lähes ainoastaan roikkuviin vaatteisiin kuten hameisiin ja viittoihin.

Vaatteiden laskosten muutos eri asennoissa on usein hyvin perustavanlaatuinen, ja mil-lään tekniikalla ei ole mahdollista luoda laskoksia, jotka toimisivat kaikissa asennoissa. Siitä syystä pelihahmoilla on usein tiukkoja vaatteita ja vaatteita, jotka kiinnittyvät ja nip-puuntuvat pelihahmon päälle samalla tavalla eri asennoissa. Näiden uskottava pohja-simulaatio on myös järkevämpää, sillä simuloitavalla asennolla ei ole niin suurta merki-tystä.

Hardlandin pelimoottorissa ei ole mahdollisuutta vaatesimulaatiolle eikä tuotannossa re-sursseja useiden erilaisten highpoly-mallien tekemiseen ja näyttämiseen pelissä, mutta aikakausi ja hahmot vaativat kuitenkin pitkiä hameita ja löysiä vaatteita. Pelin tyyli kui-tenkin onneksi vaatii paksuutta lähes kaikkiin vaatteisiin. Aikakausi sallii myös likaiset, pitkään käytetyt ja parkkiintuneet vaatteet. Näitä vaatimuksia ja mahdollisuuksia syleile-mällä voi vaatteista veistää muotoonsa parkkiintuneita ja paksuja menettämättä paljoa-kaan uskottavuutta (kuvio 22).



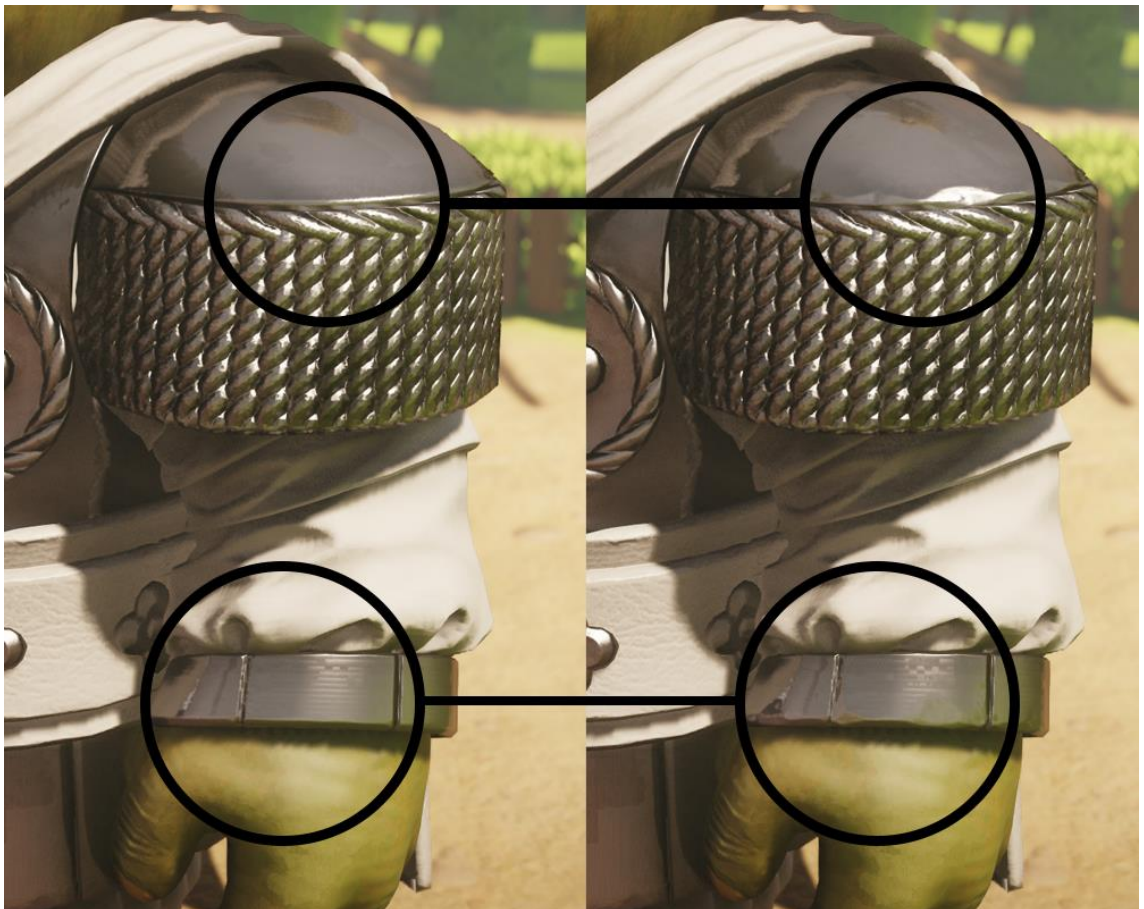
Kuvio 22. Hardlandin hahmojen vaatteita (hahmot ei mittakaavassa).

## 5.5 Kovien pintojen veistäminen

Kovien pintojen veistämällä tarkoitetaan mekaanisten ja muotoiltujen asioiden ja esineiden, kuten haarniskojen, robottien ja huonekalujen veistämistä. Toisin kuin orgaaninen ja vaatteiden veistäminen, kovat pinnat vaativat hyvin erilaisia työkaluja. Orgaanisen veistämisen työkalujen käyttäminen tuottaa usein ei-toivottua elävyyttä muotoihin. Kovapintaisten mallien blokkaukseen samat työkalut toki toimivat, sillä tarkoituksena ei ole luoda viimeisteltyä veistojälkeä. Kovapintaisten mallien tekeminen on ollut aina mallin-  
 nusohjelmien vahvuutta, mutta veistotyökalujen käytön etuna on työskentely ilman liiallista topologiasta välittämistä ja mahdollisuus suuren geometriamäärän samanaikaiseen manipulointiin. Samoin kuin vaatteiden veistämässä, haasteena on tarkkojen rakenteiden luominen ja tukevien edge loopien hallinnointi. Siksi myös kovien pintojen veistämässä blokkauksen jälkeen on usein järkevämpää luoda kontrolloidut pohjameshit.

Kovien pintojen veistämiseen tarkoitettujen brushien lähimmät reaali maailman verrokkit ovat savenveiston sijaan puun työstämiseen tarkoitetuissa työkaluissa. Kovapintaisten veistämisen brushit pääasiassa leikkaavat, tasoittavat ja kiillottavat malleja (Pixologic 2015a).

Hardlandin kaikki kovapintaiset objektit, kuten miekat ja kypärät, teen polymallintamalla ja tuon sen jälkeen Zbrushiin jatkotyöstettäväksi. Hardlandin maailmassa useimmat asiat ja esineet ovat vanhoja ja kuluneita tai karkeasti tehtyjä. Pintavahinkojen tekeminen mallintamalla olisi vaikeaa ja työlästä, mutta sopivia veistotyökaluja käyttäen vammojen ja kulumisen jälkien tekeminen on helppoa ja nopeaa. Kulmien vaurioittaminen tuo esineelle elävyyttä ja historiaa, auttaa materiaalin myymisessä sekä tuo pintaan miellyttävää valaistusvaihtelua. Kulmien ja reunojen vaurioittaminen lisää myös niiden pinta-alaa ja auttaa kaappaamaan heijastuksia lisäten muodon luettavuutta (kuvio 23).



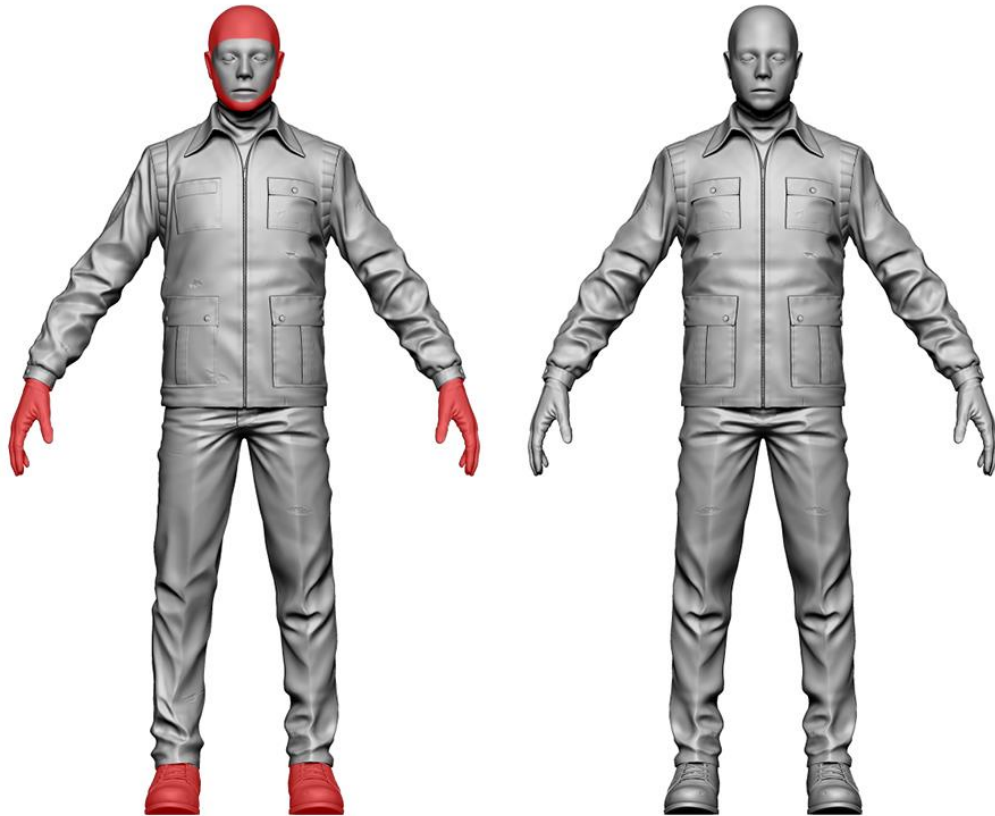
Kuvio 23. Vasemmalla pelimalli ilman reunojen vaurioita ja oikealla veistettyjen vaurioiden kera.

## 5.6 Symmetria

Ihmiset ovat primäärimuodoiltaan symmetrisiä, ja työn nopeuttamiseksi onkin järkevää työskennellä useimpien ohjelmien sisältämässä symmetriatilassa. Täysin symmetrinen

hahmo on kuitenkin epäuskottava ja epäinhimillinen, mutta puolien erikseen veistäminen on työläämpää. Hahmossa on alueita, joihin ihmisen katse keskittyy enemmän kuin toisiin, ja on paikkoja ja tilanteita, joissa symmetrian huomaaminen on helpompaa tai vaikeampaa. Tietoa näistä voi hyödyntää optimoidessaan työskentelyn nopeutta ja lopputuloksen uskottavuutta.

Ihmisen katse kiinnittyy ensisijaisesti hahmon silmiin ja kasvoihin (Mather 2014, 84). Muualta vartalosta suuren kontrastin alueet kiinnittävät huomiota. Mitä lähempänä symmetria-akseleita alue on, sitä huomattavampi symmetria on. Myös epäsymmetriset asennot peittävät symmetrisiä sekundääri- ja tertiäärimuotoja. Näistä on pääteltävissä, että kasvojen alueella, erityisesti keskilinjan lähellä, kannattaa työskennellä ilman symmetriaa. Myös esimerkiksi keskivartalossa suurta kontrastia aiheuttavat näkyvät laskokset on syytä tehdä epäsymmetrisesti. Mentäessä käsivarsia kohti käsiä symmetrisyys muuttuu huomaamattomammaksi, ja jo kädet voi usein huoletta veistää täysin symmetriseksi, sillä ne symmetria-akselin kaukaisuuden lisäksi ovat usein eri asennoissa toisiinsa nähden. Jalkaterät ovat lähellä toisiaan mutta toisaalta harvoin kiinnittävät ihmisen katsetta, joten kenkiin voi esimerkiksi muuten symmetrisen veiston jälkeen esitellä pientä sekundääristä ja tertiääristä epäsymmetriaa. Kuviossa 24 vasemmanpuoleisen mallin punaiset alueet on veistetty täysin symmetrisesti ja harmaat alueet valtaosin epäsymmetrisesti. Oikeanpuoleinen malli on kuvakäsitelty täysin symmetriseksi symmetrian aiheuttaman epäluonnollisuuden korostamiseksi. Symmetria-akselia lähimpänä olevien ja kontrastisien alueiden symmetria on huomattavampaa.



Kuvio 24. Vasen: punaisella merkittyjen alueiden primääriset ja sekundääriset muodot ovat veistetty symmetrisesti. Oikea: Täysin symmetriseksi käsitelty kuva samasta mallista.

## 5.7 Realismi ja tyylittely

Realististen ja tyyliteltyjen mallien veisto on hyvin samankaltaista lopputuloksen erilaisuudesta huolimatta. Merkittävin ero on siinä, mihin työvaiheisiin ja tasoihin veistämisessä kiinnitetään huomiota.

Realismiin pyrkivissä hahmoissa pohja on lähes aina samanlainen, ja huomio keskittyykin sekundääristen muotojen erilaisiin vivahteisiin sekä tertiääristen muotojen tarkkaan jäljittelyyn. Realistisissa malleissa ihohuokosten ja ryppyjen lisäksi myös vaatteiden ja muiden pintojen yksityiskohdat kuten kankaan kudontakuviot ja kovien pintojen hienovaraiset naarmut saatetaan veistää highpoly-malliin (kuvio 25, oikea).

Kohokuviotyyppisiä yksityiskohtia tehdään myös usein vasta teksturointivaiheessa, jolloin highpoly-mallista beikattuun normal mappiin kerrostetaan ja häivytetään maalamalla tai valokuvista luotuja normal mappeja edustamaan pieniä pintamuotoja.



Kuvio 25. Vasemmalla tyylitellyn Borderlands 2-pelin hahmomalli. Oikealla realistisen The Order: 1886-pelin highpoly-hahmomalli.

Tyylitelty veisto keskittyy usein vahvemmin primääri- ja sekundäärimuotojen luettavuuteen ja tunnistettavuuteen realistisuuden sijaan. Tyylitelty ihmishahmo saattaa jo primäärimuodoiltaan poiketa merkittävästi oikeasta ihmisestä ja muista pelin ihmishahmoista, jolloin yhteisen pohjameshin käyttö ei ole järkevää tai mahdollista. Tyylittelystä riippuen myös eri materiaalien erottelu saattaa olla yhdentekevää ja eri materiaalien pintojen käsittely voi olla hyvin samankaltaista. Veistotyökalut sallivat loputtomasti eri tapoja käsitellä muotoja ja pintoja – tapoja tehdä tyylitelttyjä hahmoja onkin yhtä paljon kuin eri tyylejä.

## 6 Yhteenveto ja arviointi

Veistotyökalujen tulo markkinoille on muuttanut hahmomallien luonnin highpoly-malliläh- töiseksi. Sen sijaan, että työskentely alkaisi lowpoly- tai pohjamallin rajoitteista, artisteilla on vapaus kokeilla ja luoda paras mahdollinen hahmo ennen animaatio- ja pelivalmiin lowpoly-mallin luomista. (Pixologic 2015b.)

Veistäminen on nostanut pelimallien standardeja sallimalla lähes rajoittamattoman geo- metriamäärän ja tarjoamalla työkalut sen intuitiiviseen hallitsemiseen. Veistotyökalut va- pauttavat artistit työskentelemään prosessin luovimmat vaiheet ilman liiallista topologian miettimistä. Valtaosa nykyisistä AAA-peleistä käyttää veistotyökaluja hahmomalliensa luomiseen, eikä samantasoisia malleja olisi mahdollista tehdä ilman veistomenetelmiä.

Veistettyjen highpoly-mallien kanssa työskentely on nostanut työskentely-ympäristön vaatimuksia. Korkearesoluutioisten mallien käsittelyyn tarvitaan tehokkaita tietokoneita sekä työtiedostojen varastointiin enemmän levytilaa. Vaikka veisto-ohjelmistot sisältävät myös perinteisten 3D-mallinnusohjelmistojen ominaisuuksia, ei koko työnkulkua pysty tekemään veisto-ohjelman sisällä. Työ vaatii myös 3D-mallinnusohjelmiston käyttöä ja mahdollista mallien siirtämistä näiden ohjelmien välillä joko applikaatiolinkkiä tai välifor- maattia käyttäen. Tehokkaaseen työskentelyyn vaaditaan yleensä myös paineentunnis- tuksella varustettua piirtopöytää tai -näyttöä.

Kuvio 26 esittää Mathilda-hahmomallin vaiheet alkaen luonnosmallista päätyen high- poly-mallista beikatun normal mapin kanssa esitettyyn lopulliseen pelimalliin. Jo luon- nosmalli sisältää kaiken hahmon olemuksen kannalta oleellisen. Valmis highpoly-malli on ainoastaan tarkennettu ja jalostettu versio luonnoksesta. Lowpoly-malli pyrkii esittä- mään valmiin, geometrisesti täydellisimmän version hahmosta - highpoly-mallin mahdol- lisimman tarkalla mutta optimoidulla tavalla.





Kuvio 26. Mathildan vaiheet lähtien vasemmasta yläkulmasta: Veistetty luonnosmalli (190000 polygonia), mallinnettu ja veistetty highpoly-malli (11 miljoonaa polygonia), optimoitu lowpoly-malli (17400 kolmiota), lowpoly-malli beikatun normal mapin kanssa.

Mathilda-hahmo ei sisältänyt juurikaan kovapintaisia elementtejä mutta riittämiin haasteita vaatteiden ja orgaanisten osien veistämisessä. Kaapu oli pelimoottorista puuttuvan simulaation ja puutteellisten animaatiojärjestelmien vuoksi haasteellinen mutta toimi liikkeessä kuitenkin kohtuullisen hyvin yksinkertaisen luuanimaation avulla. Onnistuin mielestäni parkkiintuneen kankaan myymisessä veistämälläni laskoksilla ja teksturointivalinnoilla. Kasvoista ja käsistä tuli uskottavat ja funktionaaliset sekä hahmon luonteeseen ja taustaan sopivat. Highpoly-mallin sekä normal mappia käyttävän lowpoly-mallin välille ei muodostunut huomattavia eroja. Hahmo taipui hyvin myös ilkeäksi vihollisnoidaksi pienillä lowpoly-mallin ja albedo-tekstuurin muutoksilla (kuvio 27).





Kuvio 27. Vasemmalla Mathilda. Oikealla geneerinen ilkeä noitavariantti.

Hardland sisältää mittavan määrän hahmoja yhden artistin tehtäväksi muiden työtehtävien lisäksi. Tuotannon aikana vakiintuneet työtavat ovat mahdollistaneet suuren työmäärän käsittelyn kohtuullisen nopeasti ja tyydyttävällä laadulla. Toissijainen konseptointi veistotyökaluilla, highpoly-mallin veistäminen ja sen käyttäminen vipuvartena kaikkiin sitä seuraaviin työvaiheisiin on sallinut merkittävimmän työn tekemisen siellä, missä se on miellyttävintä ja vapainta. Ainoastaan veistämällä tehtävissä olevasta tyylistä on myös muodostunut yksi Hardlandin tyylin peruspilareista, mikä on huomattavissa niin hahmoissa kuin ympäristöissäkin.



Kuvio 28. Mathilda pelimaailmassa.

Vapaa-ajalla opettelemanani realistiseen lopputulokseen pyrkivät tekniikat ja työtavat ovat auttaneet työssäni luomaan uskottavia, realistiseen anatomiaan perustuvia mutta kuitenkin tyyllitetyjä hahmoja. Myös muotoihin nojautuvien, tyyllitetyjen mallien kanssa työskentelystä olen oppinut paljon realistisiin malleihin sovellettavaa.

Mahdollisia jatkotutkimuskohteita olisivat esimerkiksi vielä rajoitetusti käytössä olevat tekniikat, kuten vaatesimulaation käyttö hahmon mallinnuksessa ja useiden eri muodonmuutostilanteiden veistäminen sekä niiden tehokas työnkulku ja käyttö myös pienemmän budjetin projekteissa. Myös jokaista luvun 5 alalukua on mahdollista tutkia tarkemmin sekä teoreettisella että käytännönläheisellä tasolla.

Tässä opinnäytetyössä esitellyt asiat ovat hyödynnettävissä pelitaiteen lisäksi laajalti myös muissa 3D-hahmon luontikonteksteissa, kuten kuvituksessa ja animaatioissa. Eri-tyisesti alaluvussa 5.3 esitellyt teemat kumpuavat pitkän historian omaavasta perinteisestä veistotaiteesta ja eivät siten ole rajoitettuja yksittäiseen veistämisen alalajiin. Käsitellyt asiat ovat siis osin hyödynnettävissä myös perinteisessä kuvanveistossa.

Hardland Early Access on saanut arvioissa ja pelaajien kommentteissa paljon kehuja tyylistään, joten kokonaisuutena koen työtapojeni ja designpäätösteni olleen onnistuneita.

## Lähteet

Art for Games 2014. [Verkkodokumentti] <<https://www.artforgames.com>> (luettu 26.11.2014) (sivusto poistunut).

CGCookie 2014. [Verkkodokumentti] <<https://cgcookie.com/sculpt/2014/08/07/exercise-2-sculpting-fabric/>> (luettu 21.9.2014) (sivusto poistunut)

Crytek 2013. [Verkkodokumentti] <<http://docs.cryengine.com/display/SDKDOC4/Tangent+Space+Normal+Mapping>> (luettu 4.10.2015)

Mather, George 2014. The Psychology of Visual Art: Eye, Brain and Art. New York, Cambridge University Press.

Pixologic 2015a. Zbrush Online Documentation, Hard Surface. [Verkkodokumentti] <<http://docs.pixologic.com/user-guide/3d-modeling/hard-surface/>> (luettu 6.9.2015).

Pixologic 2015b. Industry: Video Games. [Verkkodokumentti] <<http://pixologic.com/zbrush/industry/video-games/>> (luettu 12.9.2015)

Polycount 2015a. Polycount wiki, Ambient occlusion map. [Verkkodokumentti] <[http://wiki.polycount.com/wiki/Ambient\\_occlusion\\_map](http://wiki.polycount.com/wiki/Ambient_occlusion_map)> (luettu 4.10.2015).

Polycount 2015b. Polycount wiki, Base Mesh. [Verkkodokumentti] <<http://wiki.polycount.com/wiki/BaseMesh>> (luettu 4.10.2015).

Spencer, Scott 2011. ZBrush Character Creation: Advanced Digital Sculpting. Indianapolis, Indiana: Wiley Publishing, Inc.

Spencer, Scott 2010. Zbrush Digital Sculpting Human Anatomy. Indianapolis, Indiana: Wiley Publishing, Inc.

TechTarget 2010. [Verkkodokumentti] <<http://whatis.techtarget.com/definition/texture-mapping>> (luettu 4.10.2015)

Wikipedia 2015a. Digital sculpting. [Verkkodokumentti] <[https://en.wikipedia.org/wiki/Digital\\_sculpting](https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_sculpting)> (luettu 5.9.2015).

Wikipedia 2015b. Iterative design. [Verkkodokumentti] <<https://en.wikipedia.org/wiki/Polygon>> (luettu 5.9.2015).

Wikipedia 2015c. Polygon. [Verkkodokumentti] <[https://en.wikipedia.org/wiki/Iterative\\_design](https://en.wikipedia.org/wiki/Iterative_design)> (luettu 4.10.2015).

Wikipedia 2015d. Texel (graphics). [Verkkodokumentti] <[https://en.wikipedia.org/wiki/Txel\\_\(graphics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Txel_(graphics))> (luettu 4.10.2015).

Wikipedia 2015e. UV mapping. [Verkkodokumentti] <[https://en.wikipedia.org/wiki/UV\\_mapping](https://en.wikipedia.org/wiki/UV_mapping)> (luettu 5.9.2015).

Wikipedia 2015f. Voxel. [Verkkodokumentti] <<https://en.wikipedia.org/wiki/Voxel>> (luettu 5.9.2015).

#### Kuvalähteet

Kuva 10. McClure, Paul 2010.

<https://www.flickr.com/photos/paul-mcclure/6279447797>

Kuva 17. Loomis, William Andrew 1943. Figure Drawing for All It's Worth.

Kuva 25. Vasen

May, Adam 2012.

<http://www.polycount.com/forum/showthread.php?t=109497>

Oikea

Skutt, Adam 2015.

<http://www.zbrushcentral.com/showthread.php?193491-The-Order-1886-Team-Post>

